



**МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МАДИ)**

Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис»

ДИАГНОСТИКА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЯ

Методические указания

к лабораторной работе по курсам:

"Эксплуатация наземных транспортно-технологических средств";

"Техническая эксплуатация силовых агрегатов и трансмиссий"

МОСКВА
МАДИ
2015

Надежность, экономичность и экологичность работы дизельного двигателя обеспечивается во многом работоспособностью топливного насоса высокого давления (ТНВД) и форсунок. Данные приборы диагностируются и регулируются при проведении сезонного обслуживания или после ремонта автомобиля.

Общая диагностика системы питания дизеля выполняется несколькими методами: визуально, прослушиванием характера работы двигателя, определением частоты вращения коленчатого вала и дымности отработавших газов на различных режимах работы.

Углубленная диагностика проводится со снятием приборов системы питания и их проверкой с последующей регулировкой на специальных стендах с использованием различных приборов и оборудования.

Выбор диагностических параметров для приборов системы питания автомобильного дизеля должен обеспечить:

- впрыск под высоким давлением строго дозированного количества топлива за цикл в соответствии с нагрузочными и скоростными режимами работы двигателя в определенный момент времени;
- автоматическое регулирование и корректирование характеристики топливоподачи;
- минимальную неравномерность подачи топлива по цилиндрам.

Для диагностики целесообразно использовать следующее технологическое оборудование: пневмотестер К-272М, анализатор топливной аппаратуры дизеля К-290, К-296, приборы для испытания форсунок КП-1609А, КИ-562А и НЦ-50; стенды для испытаний ТНВД — СДТА-2, СТАР-12, НС-101, НС-108, КИ-22205-09 и КИ-921МТ. Некоторые справочные материалы, необходимые для проведения лабораторной работы, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Порядок подачи топлива секциями ТНВД

Модель двигателя							
ЗИЛ-645		КамАЗ-740		ЯМЗ-238		ЯМЗ-236	
Номер секции	Угол подачи, град	Номер секции	Угол подачи, град	Номер секции	Угол подачи, град	Номер секции	Угол подачи, град
1	0	8	0	1	0	1	0
2	45	4	45	3	45	4	45
8	90	5	90	6	90	2	120
4	135	7	135	2	135	5	165
3	180	3	180	4	180	3	240
6	225	6	225	5	225	6	285
5	270	2	270	7	270		
7	315	1	315	8	315		

Цель работы: изучить методы и освоить практические приемы проверки и регулировки приборов топливной системы дизельного двигателя.

1. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Выполнение лабораторной работы включает:

- 1) проверку технического состояния и регулировку форсунок двигателей ЯМЗ-236 (ЯМЗ-238) или КамАЗ-740;
- 2) проверку технического состояния и регулировку топливного насоса высокого давления двигателя ЯМЗ-236.

2. ИСПЫТАНИЕ И РЕГУЛИРОВКА ФОРСУНОК

Применяемое оборудование и приборы:

1. Прибор КП-1609А.
2. 6 форсунок двигателя ЯМЗ-236 (КамАЗ-740).
3. Набор ключей.
4. Отвертка.
5. Секундомер.

На двигателях ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 установлены форсунки закрытого типа. Распылитель форсунки имеет четыре сопловых отверстия диаметром 0,34 мм. Форсунки проверяют и регулируют на следующие показатели:

- герметичность сопряжения;
- давление начала подъема иглы распылителя;
- качество распыливания топлива.

Испытание форсунок производится на приборе КП-1609 А (рис. 1). Он состоит из корпуса 1, в котором находится плунжерная пара 4 с нагнетательным клапаном 5, манометра 9, присоединительного устройства, состоящего из маховика 13 и штуцера 14 для крепления форсунок, топливного бака 10, рычага привода плунжера 2 и маховика 7 для прекращения подачи топлива к манометру. Топливо, выходящее из форсунки, скапливается в бачке - глушителе 16. Прибор устанавливается на противень 17 и крепится тремя болтами к столу. Для выпуска воздуха из системы прибор — форсунка служит вентиль 18. Топливный бак заправляется профильтрованным дизельным топливом.

2.1. Испытание на герметичность

Отсутствие герметичности хотя бы в одном сопряжении нарушает нормальную работу форсунки и может явиться причиной преждевременного выхода ее из строя. Герметичность форсунки оценивается продолжительностью снижения давления в секундах на определенную величину в системе прибор – форсунка.

Порядок проверки:

- установить форсунку на прибор КП-1609А, для этого маховичок 13 навинчивают в сторону прибора, затем соединительный штуцер форсунки приставляют к соединительному конусу прибора так, чтобы распылитель был слег-

ка наклонен в сторону. После этого маховичок навертывают в сторону форсунки до отказа, легким рывком дотягивают форсунку до вертикального положения. Затем, перемещая рычаг 2 со скоростью 60–70 качаний в минуту, нагнетают топливо, заворачивают регулировочный винт форсунки и устанавливают давление начала впрыска равное 29,42 МПа (300 кгс/см²). После впрыска при этом давлении снова поднимают давление в системе до 300 кгс/см² и наблюдают за стрелкой манометра. Когда давление достигнет 280 кгс/см², включают секундомер и наблюдают за показанием манометра. При давлении, равном 230 кгс/см², секундомер останавливают. Время падения давления должно быть не ~~более~~ 17 с.

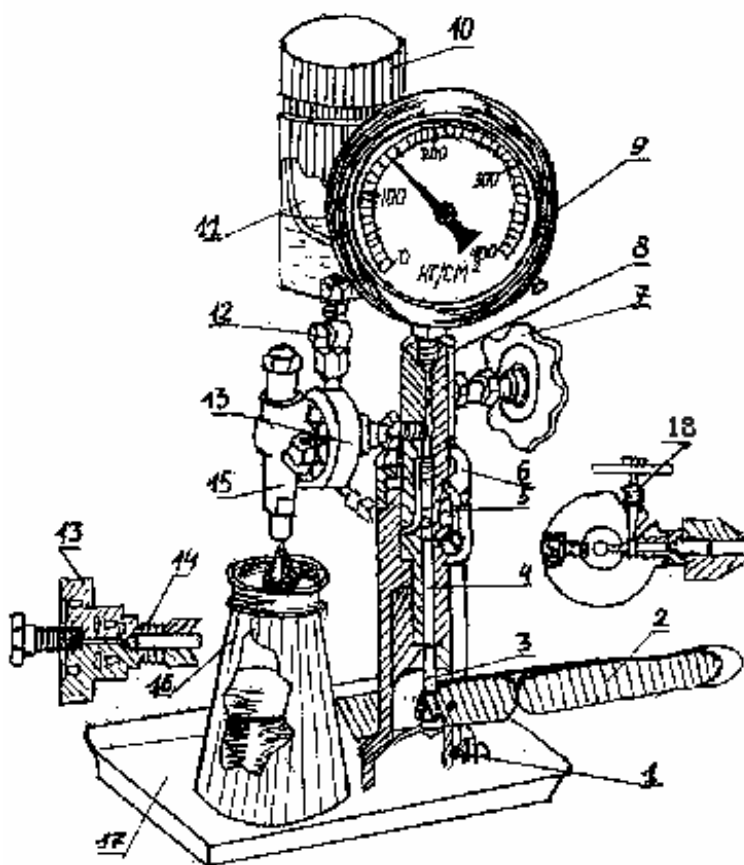


Рис. 1. Прибор КП - 1609 А для испытания и регулировки форсунок:

- 1 - корпус; 2 - рычаг; 3 - направляющая; 4 - плунжерная пара; 5 - нагнетательный клапан;
 6 - гайка корпуса; 7 и 13 - маховички; 8 - корпус распределителя; 9 - манометр; 10 - бачок;
 11 - фильтр; 12 - кран; 14 - соединительный штуцер; 15 - форсунка; 16 - глушитель;
 17 - противовес; 18 - вентиль для выпуска воздуха

2.2. Регулировка давления впрыска

Порядок регулировки:

- установить форсунку на прибор КП-1609А;

- перемещая рычаг 2 со скоростью 60-70 качаний в минуту, нагнетают топливо и наблюдают за стрелкой манометра. В момент начала выхода топлива из распылителя стрелка покажет величину давления начала впрыска. Для увеличения давления регулировочный винт форсунки заворачивают, для уменьшения отворачивают. Для двигателя КамАЗ-740 регулировка проводится путем изменения общей толщины регулировочных шайб (увеличение ее повышает давление). Изменение толщины шайб на 0,05 мм приводит к изменению давления начала подъема иглы форсунки на 3-3,5 кгс/см². Нормальная величина давления начала впрыска топлива форсункой должна быть 175±5 кгс/см².

Для дизелей, у которых топливные насосы имеют изношенные плунжерные пары, форсунки рекомендуется регулировать на пониженное давление порядка 125 - 140 кгс/см². Нижний предел относится к более изношенным плунжерным парам.

2.3. Оценка качества распыливания топлива

Начало и конец впрыска топлива у форсунки должны быть четкими и сопровождаться резким звуком, а при медленном нажатии на рычаг прибора впрыск должен быть прерывистым. Топливо, выходящее из форсунки, должно находиться в туманообразном состоянии и равномерно распределяться по поперечному сечению струи. Не допускаются заметные на глаз капли, отдельные струйки и местные сгущения топлива. Ось конуса струи должна совпадать с осью распылителя. Отклонение оси допускается не более чем на 1/4 угла конуса струи. Возможно увлажнение торца распылителя после прокачки форсунки. Результаты испытаний форсунок занести в отчет (табл. 2).

Таблица 2

Результаты проверки форсунок двигателя

Номер форсунки	Герметичность, продолжительность спада давления с 280 до 250 кгс/см ² , с	Давление начала подъема иглы (впрыска), кгс/см ²	Характер распыла топлива	Заключение
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

3. ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА ТНВД

Применяемое оборудование и приборы:

1. Стенд СТАР-12
2. Моментоскоп.
3. ТНВД двигателя ЯМЗ-236 (ЯМЗ-238) или КамАЗ-740.
4. Набор гаечных ключей.

ТНВД проверяют и регулируют на следующие параметры:

- момент начала подачи топлива;
- равномерность подачи топлива отдельными секциями насоса;
- производительность.

Проверка и регулировка насосов высокого давления производится на стенде СТАР-12 (рис. 2). Он состоит из следующих основных узлов и механизмов: механизма привода, системы подачи топлива; стробоскопа; измерительной стойки с мерными мензурками, механизма измерения числа оборотов вала стенда, устройства для отключения подачи топлива, регулятора температуры топлива и механизма для крепления насосов.

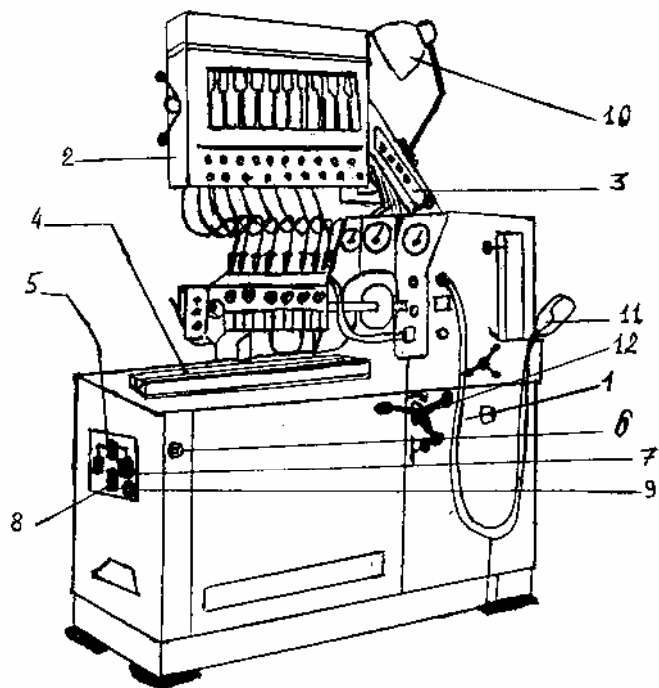
Управление пуском, остановкой и реверсированием стенда электрическое. Установка левого или правого вращения вала стенда производится включателем 8, поворотом его в нужную сторону. Пуск приводного двигателя и двигателя топливоподачи осуществляется кнопками 6 и 7. При выдвигении их двигатели пускаются, при нажатии - останавливаются. Регулирование числа оборотов вала стенда осуществляется маховиком 12.

Установка количества топлива, подаваемого в мензурки, производится следующим образом: нажимают на рычаг 18 столько раз, в течение скольких ходов производится измерение (например, при замере за 200 ходов плунжера — 2 раза), затем рычагом 19 включают подачу топлива. При измерении количества топлива, подаваемого за 100 ходов плунжера, включение счетчика производится только рычагом 19 подачи топлива.

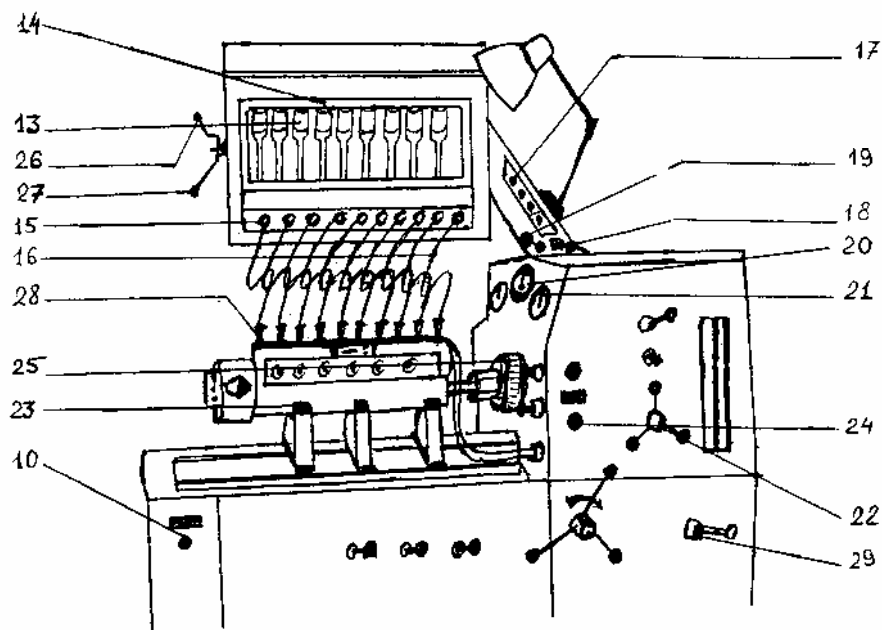
Проверка на момент подачи топлива секциями насоса производится стробоскопом 11. Стробоскоп — это электронное устройство, применяемое для исследования периодических движений. Отдельные фазы (моменты) движений видны с помощью его в виде неподвижных картин. Регулировка фазы стробоскопа производится маховиком 22.

Измерение топлива, подаваемого насосом, производится с помощью мензурок 13, емкостью 40 см³. Слив топлива из мензурок производится поворотом рамы с помощью рукоятки 26. Защитный экран при сливе топлива устанавливается в нужную сторону рукояткой 27.

Насос высокого давления крепится на кронштейне 23 соосно с приводным валом стенда и закрепляется зажимом. К насосу присоединяются топливопроводы низкого и высокого давления.



a



б

Рис. 2. Стенд СТАР-12:

a – в и д А: 1 – корпус; 2 – измерительная стойка; 3 – каркас измерительной стойки; 4 – салазки; 5 – главная сигнальная лампочка; 6 – пусковая кнопка приводного двигателя; 7 – пусковая кнопка двигателя топливоподачи; 8 – главный выключатель двигателя; 9 – сигнальная лампочка включения двигателя топливо-подачи; 10 – лампа местного освещения; 11 – неоновая лампа стробоскопа со светоотражателем; 12 – маховик изменения числа оборотов двигателя;

б – в и д Б: 13 – мензурка; 14 – рама мензурок; 15 – успокоитель топлива; 16 – трубопровод высокого давления; 17 – сигнальные лампочки механизма отсчета подаваемого топлива; 18 – рычаг включения количества подаваемого топлива; 19 – рычаг включения подачи топлива в мензурки; 20 – тахометр; 21 – манометр; 22 – маховик для изменения фазы вспышек стробоскопа; 23 – кронштейн; 24 – выключатель цепи стробоскопа; 25 – градуированный диск; 26 – рычаг поворота рамы; 27 – рычаг поворота защитного экрана; 28 – удлинитель трубопроводов; 29 – рычаг включения топливоподающих насосов

3.1. Проверка и регулировка на момент начала подачи топлива по углу поворота кулачкового вала

Регулировку секций ТНВД на начало подачи топлива необходимо производить после каждого технического обслуживания и ремонта насоса, так как слишком большое опережение или запаздывание впрыска вызывает неполное сгорание топлива, что ведет к снижению мощности двигателя и повышенному дымлению.

Порядок проверки:

1. Определить начало подачи топлива 1-й секцией насоса, для этого:

- отсоединить от первой секции ТНВД трубопровод высокого давления и прикрепить к ней моментоскоп;
- запустить стенд и заполнить трубку моментоскопа на 1/2 ее объема топливом;
- включить стенд и вращать вал стенда вручную по часовой стрелке до момента начала движения топлива в трубке моментоскопа;
- заметить деление градуированного диска 25 против стрелки на корпусе стенда и повернуть вал стенда в том же направлении еще на 90°;
- затем вращать вал стенда в обратном направлении до момента начала движения топлива в трубке моментоскопа и снова заметить деление на градуированном диске. Средняя точка между двумя отметками на градуированном диске соответствует оси симметрии профиля кулачка.

Для ТНВД двигателя ЯМЗ-236 начало подачи топлива первой секцией должно происходить за 38–39° до оси симметрии при вращении вала по часовой стрелке, для КамАЗ-740 восьмая секция начинает подавать топливо за 42–43° до оси симметрии профиля кулачка. Регулировка начала подачи топлива выполняется регулировочными болтами толкателей насоса. При вывертывании болта топливо будет подаваться раньше, при заворачивании позже. Начало подачи топлива для автомобилей КамАЗ регулируется подбором пяты толкателя нужной толщины. Изменение ее толщины на 0,05 мм соответствует повороту кулачкового вала на угол 12 мин. При установке пяты большей толщины топливо начинает подаваться раньше.

2. Определить начало подачи топлива остальными секциями насоса, для этого:

- отсоединить моментоскоп и закрепить трубопровод высокого давления;
- с помощью выключателя подсоединить к цепи стробоскоп 11;
- запустить приводной двигатель стенда и установить скорость вращения вала стенда 300—400 об/мин. Освещая неоновой лампой стробоскопа успокоитель топлива 15 1-й секции насоса, вращать диск регулировки фазы стробоскопа маховиком 22 (против вращения стенда) до тех пор, пока струя топлива, выходящая из распылителя форсунки, станет видна в виде конуса. Затем лампой стробоскопа 11 освещается градуированный диск стенда 25 и фиксируется стрелкой на корпусе стенда видимое деление.

Зная порядок работы двигателя ЯМЗ-236: 1 - 4 - 2 - 5 - 3 - 6 (табл. 1), в том же порядке проводим проверку следующих секций насоса.

Принимаем начало подачи топлива 1-й секцией за 0 (для автомобилей КамАЗ 8-й секцией), тогда начало подачи топлива 4-й секцией должно быть при повороте кулачкового вала насоса на 45^0 ; 2-й - при 120^0 ; 5-й - при 165^0 ; 3-й - при 240^0 и 6-й - при 285^0 (табл. 1). Неточность интервала подачи топлива любой секцией насоса должна составлять не более $\pm 1/3^0$.

3.2. Регулировка ТНВД на равномерность подачи

Неравномерность подачи топлива характеризуется неодинаковым количеством топлива, подаваемым секциями насоса. Коэффициент неравномерности подачи топлива определяется по следующей формуле

$$k = (Q_{\max} - Q_{\min}) / Q_{\text{ср}}, \quad (1)$$

где $Q_{\max}$ - максимальная величина подачи топлива одной секцией насоса, $Q_{\min}$ - минимальная величина подачи топлива одной секцией насоса, $Q_{\text{ср}}$ - среднее значение величины подачи топлива одной секцией насоса, равное

$$Q_{\text{ср}} = Q_{\text{общ}} / Z, \quad (2)$$

где $Q_{\text{общ}}$ - суммарная величина подачи топлива всеми секциями насоса, Z - число секций насоса.

Порядок проверки: запустить стенд и установить скорость вращения 1030 ± 10 об/мин. С помощью рычага 18 установить подачу топлива насосом за 200 оборотов (ходов), включить рычагом 19 подачу топлива в мерные мензурки. Определить степень неравномерности подачи топлива по формуле (1). Коэффициент неравномерности подачи топлива k должен быть в пределах 2-3 %.

Равномерность подачи топлива секциями насоса регулируется смещением поворотной втулки плунжера относительно зубчатого сектора. Поворот втулки влево уменьшает, а вправо увеличивает подачу топлива.

3.3. Проверка ТНВД на производительность

Проверка насоса на производительность проводится при температуре топлива $18-22^0\text{C}$ в основных режимах: пусковом и эксплуатационном.

1. Проверка производительности ТНВД в пусковом режиме:

- запустить стенд и установить скорость вращения вала 80 ± 10 об/мин;
- рычагом 19 включить подачу топлива за 100 оборотов (ходов) в мерные мензурки;
- замерить количество топлива, поданного в мензурки.

Величина пусковой подачи топлива должна быть в пределах $22-24 \text{ см}^3$ за каждый ход плунжера. При отклонении от нормы отрегулировать подачу винтом, ограничивающим движение рычага управления (регулятора) при положении, соответствующем минимальным оборотам холостого хода. Увеличить подачу можно с помощью винта кулисы, не нарушая запаса хода рейки.

2. Проверка величины подачи топлива ТНВД при эксплуатационном режиме:

- запустить стенд и установить скорость вращения вала 1030 ± 10 об/мин;

- включить подачу топлива за 200 оборотов (ходов);
- установить рычаг насоса в положение максимальной подачи топлива и включить подачу топлива в мерные мензурки;
- замерить количество топлива, поданного в мензурки. Величина подачи топлива должна быть равной 23-23,4 см³ за один ход плунжера. При отклонении от нормы отрегулировать подачу винтом регулятора.

Результаты проверки топливного насоса высокого давления занести в отчет (табл. 3).

Таблица 3

Результаты проверки топливного насоса высокого давления

Момент начала подачи топлива секциями насоса по углу поворота вала, град	Количество топлива, подаваемого секциями насоса, см ³ за 200 ходов плунжера	Производительность насоса		Заключение
		в пусковом режиме, см ³ за 100 ходов плунжера	в эксплуатац. режиме, см ³ за 200 ходов плунжера	
1.	1.			
2.	2.			
3.	3.			
4.	4.			
5.	5.			
6.	6.			
7.	7.			
8.	8.			
Коэффициент неравномерности подачи: k =				

Отчет по каждой проверке должен содержать:

- краткий порядок проверки;
- таблицу с результатами проверки;
- заключение о годности или негодности данного прибора к дальнейшей эксплуатации;
- в случае непригодности прибора— рекомендации, посредством каких регулировок возможно устранение данной неисправности.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. По каким параметрам оценивается техническое состояние форсунок?
2. Как производится проверка форсунки на герметичность?
3. Какое давление начала подъема иглы (впрыска) должна иметь форсунка двигателя ЯМЗ-236?
4. Как производится регулировка форсунки на начало впрыска?
5. Устройство и работа прибора КП-1609 А.
6. По каким параметрам оценивается техническое состояние насоса высокого давления?
7. Устройство и работа стенда СТАР-12.
8. Как определяется степень неравномерности подачи топлива секциями насоса высокого давления?

9. Как производится проверка на момент подачи топлива секциями насоса?
10. Основные регулировки насоса высокого давления.
11. Как производится проверка производительности насоса в пусковом и эксплуатационном режимах?
12. Как влияет техническое состояние топливной аппаратуры на работу двигателя и его надежность?
13. Какие операции по системе питания предусмотрены при сезонном техническом обслуживании ЕО, ТО-2, ТО-2, СО?

5. ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при проведении лабораторных занятий и твердо усвоившие требования настоящей инструкции. Производство работ должно быть только с разрешения заведующего лабораторией или лица, замещающего его.

Студент, допущенный к работе по проверке топливной аппаратуры дизельных двигателей, несет ответственность за безопасную работу и должен выполнять следующие требования:

1. Убедиться в исправности оборудования и заземления.
2. Работу производить исправным инструментом.
3. При испытании форсунок на качество распыления необходимо охранять глаза и руки от струи распыливаемого топлива, т.к. она легко пробивает кожу и может вызвать заражение крови.
4. Перед проведением испытаний топливного насоса все ручки управления стендом должны находиться в нейтральном положении.
5. Запрещается включать стенд, если сняты облицовочные панели.
6. Рабочее место должно быть хорошо освещено и иметь удобные подходы к стенду.
7. Запрещается пользоваться открытым огнем в лаборатории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Под ред. Г. В. Крамаренко. М.: Транспорт, 1983. 488 с.*
2. *Харазов А. М. Диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей. М.: Высш. шк., 1990. 208 с.*
3. *Техническое обслуживание автомобилей: Лабораторный практикум / Е. И. Кабанов, В. Я. Пищук, И. П. Курников, Н. А. Луйк. М.: Транспорт, 1989. 157 с.*
4. *Румянцев С. И., Синельников А. Ф., Штоль Ю. Л. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. М.: Машиностроение, 1989. 272 с.*
5. *Рунец М. А. Справочник автомобильного механика. М.: Транспорт, 1976. 272 с.*
6. *Анохин В. И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. 592 с.*
7. *Чередников А. А. Автобусы: Устройство, техническое обслуживание, эксплуатация. М.: Транспорт, 1999. 216 с.*
8. *Марков О. Д. Автосервис: Рынок, автомобиль, клиент. М.: Транспорт, 1999. 270 с.*

ОТЧЕТ

по лабораторной работе "Диагностика и техническое обслуживание топливной аппаратуры дизеля"

Студент _____
Группа _____ Дата _____
Преподаватель _____

Двигатель _____

1. Результаты внешнего осмотра и проверки герметичности ТА _____

2. Определение технического состояния форсунки

Диагностические параметры	Замер	Нормативные значения
Герметичность, С		
Давление начала подъема иглы, мПа		
Качество распыливания топлива		

Заключение о техническом состоянии форсунки _____

3. Определение технического состояния топливного насоса высокого давления (ТНВД)

№ секции	Герметичность нагнетательных клапанов	Начало подачи топлива град.	Цикловая подача топлива, мм ³ /100 циклов			Неравномерность подачи топлива, %	
			Номинальные обороты 1030±10 об/мин	На режиме Х.Х.	Пусковая подача, 70±10 об/мин	При номинальных оборотах	На режиме холостого хода
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
Порядок работы топливopодкaчивающих секций ТНВД: 1-5-4-2-6-3-7-8			Нормативные значения				$K_H = \frac{V_{\max}^{\text{ц}} - V_{\min}^{\text{ц}}}{\left(\frac{V_{\max}^{\text{ц}} + V_{\min}^{\text{ц}}}{2} \right)} \cdot 100\%$
			Нормативные значения				Нормативные значения

4. Определение технического состояния регулятора скорости

Начало выброса рейки, об/мин		Полное выключение подачи, об/мин		Выключение пусковой подачи, об/мин	
замер	нормативное значение	замер	нормативное значение	замер	нормативное значение

Заключение о тех. состоянии ТНВД и регулятора скорости _____

5. Определение технического состояния топливopодкaчивающего насоса

Параметры	Замер	Нормативное значение
Создаваемое разряжение, кПа		
Развиваемое максимальное давление, кПа		
Производительность за 200 тактов, см ³		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общее заключение о техническом состоянии топливной аппаратуры дизеля _____